

BEST AVAILABLE COPY

PAT-NO: JP356090264A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 56090264 A

TITLE: MEASURING DEVICE OF BRIDGE

PUBN-DATE: July 22, 1981

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SAKAIRI, YOZO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

NIPPON DENKI SANEI KK

N/A

APPL-NO: JP54167961

APPL-DATE: December 24, 1979

INT-CL (IPC): G01R027/02, G01R017/10

US-CL-CURRENT: 324/98

ABSTRACT:

PURPOSE: To unnecessitate initial adjustment of balance by detecting the imaginary- number component signal of each voltage generated between each measuring end of the bridge and reference potential and by making the signal fed back negatively to the measuring end to eliminate the influence of unbalanced capacity.

CONSTITUTION: The resistance brodge is formed by resistances R_1, R_2, R_3, R_4 and capacities C_1, C_2, C_3, C_4 exist in parallel to these resistance. In a net of four terminals composed of points A, B, C and M, the imaginary-number component of the voltage E_1 at the point B is detected by an imaginary-number part detector I_1 , the output voltage E_1' thereof is amplified by an error amplifier a_1 , further by the output voltage E_1'' of the amplifier is controlled the output voltage E_1''' of an amplitude controller f_1 and the voltage E_1''' is fed back to one end B of the bridge through the intermediary of a capacity CM. By providing a negative feedback loop in such a constitution, the existence of the capacity is eliminated even when the unbalanced capacity exists at each side of the bridge in parallel with the resistance, whereby the initial adjustment of balance can be unnecessitated.

COPYRIGHT: (C)1981,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56—90264

⑤ Int. Cl.³
G 01 R 27/02
17/10

識別記号

庁内整理番号
7145—2G
7145—2G

⑬ 公開 昭和56年(1981)7月22日

発明の数 1
審査請求 有

(全 5 頁)

⑭ブリッジ測定装置

東京都足立区足立2—16—15

⑮特 願 昭54—167961

⑯出 願 人 三栄測器株式会社

⑰出 願 昭54(1979)12月24日

東京都新宿区大久保一丁目12番
1号

⑱発 明 者 坂入洋三

⑲代 理 人 弁理士 伊藤貞 外2名

明 細 書

発明の名称 ブリッジ測定装置

特許請求の範囲

インピーダンス素子を有するアーム、正弦波交流電源を接続する1対のブリッジ電源端及び1対の測定端を有するブリッジ測定装置において、上記の各測定端と基準電位との間に生じる各電圧の虚数成分信号を検出する1対の虚数検出器と、上記の各虚数成分信号によつて上記交流電源と同位相の正弦波交流の振幅が制御された誤差信号を生じる1対の振幅制御器と、上記の各誤差信号を1対のリアクタンス素子を介して上記の各測定端に上記の各虚数成分信号を打ち消すような方向で帰還させる1対の帰還手段とを設け、上記測定端間に生じる出力電圧から不平衡容量による誤差成分を除去するようにしたブリッジ測定装置。

発明の詳細な説明

本発明は、ブリッジを利用してインピーダンスを測定するブリッジ測定装置、特にブリッジ電源を正弦波交流とするブリッジを用いる搬送波式歪

測定器に好適なブリッジ測定装置に関する。

従来、かかるブリッジ測定装置において初期のブリッジ部のバランス調整をするのに、手動式と自動調整式の2つの方法がある。手動式においては、抵抗と容量の不平衡分を多回転型のポテンシヨメータで交互に調整しなければならず、この操作は、熟練と時間を要し非常に手間のかかる作業である。また、初期バランス調整後に測定ブリッジに容量不平衡分が発生した場合、それにより発生する誤差に対して補正は全く行なわれず、場合によつてはかなりの誤差になることがあつた。

また、自動調整式においては、面倒な初期のバランス調整は不要であるが、従来の方式だと、測定ブリッジの出力電圧に不平衡容量の関数となるような誤差が発生し、本来の抵抗の変動分に加算されるので、完全に不平衡容量の影響を打ち消すことができなかった。更に、従来の自動調整式のなかにサーボモータを用いて初期バランス調整を行なうものもあるが、測定中の容量不平衡分まで補正することは不可能であつた。

(2)

(1)

本発明は、上記の実情にかんがみ、測定ブリッジの出力電圧として不平衡容量による誤差成分を全く発生せず、不平衡容量の存在とは無関係に本来測定すべき抵抗の変動分だけを測定しうる自動調整式ブリッジ測定装置を提供しようとするものである。本発明においては、純電氣的にバランス調整を行ない、機械的なモータ機構は用いないので、小型・軽量化が可能である。以下、図面を用いて本発明を具体的に説明する。

第1図は、本発明の原理を説明するための回路図である。今、図のように、点AB間に抵抗 R_1 と容量 C_1 を、点BC間に抵抗 R_2 、容量 C_2 をそれぞれ並列接続し、点MB間に容量 C_M を接続した4端子網における点Bの電位 E_1 を考えることにする。点AC間には、角周波数が ω 、振幅がそれぞれ $E/2$ 、 $-E/2$ の出力インピーダンスがほぼ0と見なせるような正弦波を発生する1対の搬送波発生器 e_1 、 e_2 を図示のように接続する。点Mには、出力インピーダンスがほぼ0と見なせるような振幅制御器 f を接続する。Iは、虚数部検出器で緩衝増幅器

(3)

$$+j \frac{(R_1^{-1} + R_2^{-1})(C_1 - C_2 + 2\alpha C_M) - (R_1^{-1} - R_2^{-1})(C_1 + C_2 + C_M)}{(R_1^{-1} + R_2^{-1})^2 + (C_1 + C_2 + C_M)^2 \omega^2} \omega \times \frac{E}{2} \quad \dots\dots (4)$$

この電位 E_1 のうち虚数部の振幅に相当する虚数成分信号を検出するのが虚数部検出器Iである。虚数部検出器Iの緩衝増幅器 a_1 は、入力インピーダンスがほぼ無限大のもので、虚数部検出器Iを点Bに接続する際その影響を点Bに与えないためのものである。矩形波発生器 b は、アナログ・スイッチ g のゲートを開閉するのに必要な矩形波パルスを発生するためのもので、例えば搬送波発生器 e_1 より点Aに供給される正弦波の位相から 90° 進んだ位相でゲートを開かせるようなパルスを発生させる。アナログ・スイッチ g は、緩衝増幅器 a_1 の出力を矩形波発生器 b によつて作られる矩形波パルスのタイミングによつて同期検波するものである。そのタイミングを第3図a、bに示す。第3図aは振幅が $E/2$ の搬送波を示し、同図bはアナログ・スイッチ g を開くための矩形波パルス(高レベルでゲートが開く。)を示す。ローパス

(5)

a_1 、矩形波発生器 b 、ローパス・フィルタ d 、アナログ・スイッチ g を有する。 a_2 は誤差増幅器、 E_1' 、 E_1'' 、 E_1''' は図示の各点における基準電位点(アース)からの電位を示す。振幅制御器 f は、搬送波発生器 e_1 、 e_2 が発生する正弦波交流電圧と同位相の電圧振幅 E を誤差増幅器 a_2 の出力電圧 E_1' により直線的に変化させるものである。

今、点Mにおける電位の振幅 E_1'' を次の式で表わせるものとする。

$$E_1'' = \alpha E \quad (\alpha \text{は実数の変数}) \quad \dots\dots (1)$$

$$= (\beta E_1') E \quad (\beta \text{は正の比例定数}) \quad \dots\dots (2)$$

虚数部検出器I、誤差増幅器 a_2 は、それぞれ入力インピーダンスがほぼ無限大、出力インピーダンスがほぼ0のものとする。以上の条件で点Bの電位 E_1 を計算すると、次のようになる。

$$E_1 = \frac{R_1^{-1} - R_2^{-1} + j(C_1 - C_2 + 2\alpha C_M)\omega}{R_1^{-1} + R_2^{-1} + j(C_1 + C_2 + C_M)\omega} \times \frac{E}{2} \quad \dots\dots (3)$$

$$= \left\{ \frac{(R_1^{-2} - R_2^{-2}) + (C_1 + C_2 + C_M)(C_1 - C_2 + 2\alpha C_M)\omega^2}{(R_1^{-1} + R_2^{-1})^2 + (C_1 + C_2 + C_M)^2 \omega^2} \right\} \times \frac{E}{2}$$

(4)

フィルタ d は、上記アナログ・スイッチ g で同期検波された波形から高周波分を除去し、 E_1 の虚数成分信号を出力するものである(第3図c、d、eの後述説明参照)。

虚数部検出器Iの検出出力電圧を E_1' とすると、これは、以下の説明から判るように不平衡容量による誤差成分であるが、結局(4)式に示す E_1 の虚数部の振幅にほぼ相当する直流に近い電圧である。すなわち、電圧 E_1' は、(4)式より次の式で示される。

$$E_1' = \left\{ \frac{(R_1^{-1} + R_2^{-1})(C_1 - C_2 + 2\alpha C_M) - (R_1^{-1} - R_2^{-1})(C_1 + C_2 + C_M)}{(R_1^{-1} + R_2^{-1})^2 + (C_1 + C_2 + C_M)^2 \omega^2} \omega \right\} \times \frac{E}{2} \quad \dots\dots (5)$$

第1図において、誤差増幅器 a_2 を電圧利得が $-A_0$ 倍(A_0 は正の実数)のものとする、誤差増幅器 a_2 の出力電圧 E_1'' は、次式で示される。

$$E_1'' = -A_0 E_1' \quad \dots\dots (6)$$

この誤差増幅器 a_2 の出力電圧 E_1'' で振幅制御器 f を動作させるが、この振幅制御器 f は、(1)、(2)式で与えられた電圧をほぼ $-E/2$ から $E/2$ の大きさの間に誤差増幅器 a_2 の出力電圧 E_1'' と比例する

(6)

ように点Bに発生させるものであり、出力インピーダンスはほぼ0とする。

(1)、(2)、(6)式より、 α は次のように表わせる。

$$\alpha = \beta E_1' = -A_0 \beta E_1' \quad \dots\dots\dots (7)$$

(7)式で得られた α を(5)式に代入し、 E_1' について解くと、次式が得られる。

$$E_1' = \frac{(K_1^{-1} + K_2^{-1})(C_1 - C_2)\omega - (K_1^{-1} - K_2^{-1})(C_1 + C_2 + C_M)\omega}{(C_1 + C_2 + C_M)^2 \omega^2 + (K_1^{-1} + K_2^{-1})^2} \times \frac{E}{2} \times \frac{1}{1 + A_0 \frac{(K_1^{-1} + K_2^{-1}) C_M \omega \beta E}{(C_1 + C_2 + C_M)^2 \omega^2 + (K_1^{-1} + K_2^{-1})^2}} \quad \dots\dots\dots (8)$$

(8)式で増幅器 a_2 の利得 A_0 を無限に大きくしてゆくと、 E_1' はほぼ0に近付くことが判る。ゆえに、 A_0 を充分大きくすれば、 E_1' をほぼ0レベルにすることができる。

次に、 K_1 、 K_2 、 C_1 、 C_2 の変動により電圧 E_1' が0から直ちに $+\Delta E_1'$ だけ変動した融合を考える。 E_1' の符号を考えるのに、(5)式において分母は常に正であるから分子に着目することにし、これを $(E_1')_n$ とする。

(7)

でなくてもよい。第3図cは虚数成分信号 E_1' の電位を表わし、0レベルがバランス状態、実線が $+\Delta E_1'$ の電位を表わし、0レベルがバランス状態、実線が $+\Delta E_1'$ の変動があつた場合を示す。この変動分 $+\Delta E_1'$ は上述のように良補道によつて打ち消され、 E_1' は再び0レベルに戻る。

このようにして虚数部が打ち消されると、点Bの電位 E_1 は実数部のみとなる。これを $(E_1)_r$ とす

$$(E_1)_r = \frac{(K_1^{-1} - K_2^{-1})(C_1 - C_2 + 2\alpha C_M)\omega^2}{(K_1^{-1} + K_2^{-1})^2 + (C_1 + C_2 + C_M)^2 \omega^2} \times \frac{E}{2} \quad \dots\dots\dots (9)$$

この式を変形すると、

$$(E_1)_r = \frac{K_1^{-1} - K_2^{-1}}{K_1^{-1} + K_2^{-1}} \times \frac{(K_1^{-1} + K_2^{-1})^2 + \frac{K_1^{-1} - K_2^{-1}}{K_1^{-1} + K_2^{-1}} (C_1 + C_2 + C_M)(C_1 - C_2 + 2\alpha C_M)\omega^2}{(K_1^{-1} + K_2^{-1})^2 + (C_1 + C_2 + C_M)^2 \omega^2} \times \frac{E}{2} \quad \dots\dots\dots (10)$$

一方、 $E_1' = 0$ であるから、(5)式において $E_1' = 0$

(9)

$$(E_1')_n = (K_1^{-1} + K_2^{-1})(C_1 - C_2 + 2\alpha C_M) - (K_1^{-1} - K_2^{-1})(C_1 + C_2 + C_M) \\ = (K_1^{-1} + K_2^{-1}) \left\{ (C_1 - C_2) - \frac{K_1^{-1} - K_2^{-1}}{K_1^{-1} + K_2^{-1}} (C_1 + C_2 + C_M) + 2\alpha C_M \right\} \quad \dots\dots\dots (11)$$

E_1' が $+\Delta E_1'$ 変動すると、(6)式より E_1' は $A_0 \Delta E_1'$ 減少し、(7)式から α も $A_0 \beta \Delta E_1'$ だけ減少する。 α が減少すると、(9)式から $(E_1')_n$ も減少するので E_1' が減少することになり、結局 E_1' の止への変動は打ち消され、再び E_1' が0に戻ることを判る。逆に、電圧 E_1' が負に変動すると、 α は増加し、同様にその変動は打ち消され、 E_1' は再び0に戻る。

このような虚数成分信号 E_1' を検出する虚数部検出器Iの動作を第3図に示す。第3図cは点Bの電位 E_1 を表わし、破線はバランス状態の E_1 、実線は $+\Delta E_1'$ の変動による E_1 の変化を示す。第3図dは、同図bのタイミングで E_1 を同期検波した波形とこれを 180° ずらした波形とを合成したものを表わし、破線はバランス状態の波形、実線は $+\Delta E_1'$ の変動があつたときの波形を示す。ただし、第3図dの波形は、必ずしも上記のように合成したもの

(8)

とすると、分母は常に正であるから、分子 $=0$ となる。したがつて、(9)式において $(E_1')_n = 0$ とすると、次式が成立する。

$$(C_1 - C_2 + 2\alpha C_M) = \frac{(K_1^{-1} - K_2^{-1})(C_1 + C_2 + C_M)}{K_1^{-1} + K_2^{-1}} \quad \dots\dots\dots (12)$$

(12)式を(11)式に代入すると、

$$(E_1)_r = \frac{K_1^{-1} - K_2^{-1}}{K_1^{-1} + K_2^{-1}} \times \frac{(K_1^{-1} + K_2^{-1})^2 + \frac{K_1^{-1} - K_2^{-1}}{K_1^{-1} + K_2^{-1}} (C_1 + C_2 + C_M)(C_1 - C_2 + 2\alpha C_M)\omega^2}{(K_1^{-1} + K_2^{-1})^2 + (C_1 + C_2 + C_M)^2 \omega^2} \times \frac{E}{2} \\ = \frac{K_1^{-1} - K_2^{-1}}{K_1^{-1} + K_2^{-1}} \times \frac{E}{2} \\ = \frac{K_2 - K_1}{K_1 + K_2} \times \frac{E}{2} \quad \dots\dots\dots (13)$$

以上の結果から、第1図のような回路により K_1 、 K_2 、 C_1 、 C_2 に変動が生じて点Bの電位 E_1 の虚数部分は常に0に保たれ、また、実数部分に

(10)

ても C_1 、 C_2 の存在はほぼ完全に消去され、点 B には、点 AC 間に接続した抵抗 R_1 、 R_2 のみの分圧比によつて決まる電圧が得られることが判る。ただし、誤差増幅器 a_2 の利得 A_0 と振幅制御器 f の比例定数 β との積は、負帰還をかけるために負でなければならない。上記の例では、アナログ・スイッチ s のグートを $+90^\circ$ 位相で開き虚数部を検出しているが、 -90° 位相で検出するときには $A_0 \times \beta$ を正になるよう回路を遇せば、上記の条件が満足され上述の説明と同様のことが成立する。また、点 MB 間の容量 C_M をインダクタンスに置き換えても、同様のことが成り立つ。なお、第 1 図では便宜上搬送波電源を 2 個用いたものを示したが、1 個用いる場合でも同様の結果が得られる。

第 2 図は、上述の原理を用いた本発明ブリッジ測定装置の例を示す回路図である。図において、第 1 図に対応する部分には同一の符号を付してある。ただし、第 2 図においては第 1 図に示した構成要素と同様のものを 1 対使用するの、それらの構成要素の符号に 1、2 のサフィックスを付し

(11)

ジの各辺に抵抗と並列に不平衡容量が存在しても、同図に示すような負帰還ループを設けることにより等価的に容量の存在は消去され、ブリッジの測定端子 B、D に抵抗分のみの分圧比で決まる電圧が得られる。なお、点 MB 間及び点 DN 間の容量 C_M 、 C_N をそれぞれインダクタンスに置き換えても、同様のことが成立する。

以上説明したとおり、本発明によれば、ブリッジ測定装置におけるブリッジと測定器との距離が長く、その間を接続するケーブルによる分布容量がブリッジの各アームに並列に存在して不平衡容量となる場合にも、初期のバランス調整が不要となるのみならず、従来見のがされていた不平衡容量の変動による誤差が測定値に混入することを自動的に防止することができる。しかも、従来例に用いられていた機械的なモータ機構を使わず、純電氣的にバランス調整を行なうものであるから、小型・軽量化が容易である。

図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の原理を説明するための回路図、

(12)

た。ただし、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 は抵抗ブリッジを形成する抵抗、 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 はこれらの抵抗と並列に存在する容量を示す。点 A、B、C、M で構成される 4 端子網は、第 1 図のそれと同じ構成であり、点 B における電圧 E_1 の虚数部検出器 I_1 で検出し、その出力電圧 E_1' を誤差増幅器 a_{21} で増幅し、更にその出力電圧 E_1' で振幅制御器 f_1 の出力電圧を制御し、その制御された電圧 E_1'' を容量 C_M を介してブリッジの一端 B に帰還している。ここで、虚数部検出器 I_1 、誤差増幅器 a_{21} 、振幅制御器 f_1 及びブリッジ電源 e_1 、 e_2 の各構成要素に第 1 図の説明で述べた条件を付ければ、点 B の電位 E_1 は上述と同様にして (3) 式で与えられることになる。また、点 A、D、C、N で構成される 4 端子網も、全く A B C M 4 端子網と同じ構成であり、点 D における電位 E_2 は、上述と同様にして次式で与えられる。

$$E_2 = \frac{R_3 - R_4}{R_3 + R_4} \times \frac{E}{2} \quad \dots\dots (4)$$

したがって、第 2 図の装置においては、ブリッ

(13)

第 2 図は本発明の実施例を示す回路図、第 3 図は本発明の動作を説明するための波形図である。

$R_1 \sim R_4$ 、 $C_1 \sim C_4$ ……インピーダンス素子、 e_1 、 e_2 ……正弦搬送波電源、A、C ……ブリッジ電源端、B、D ……測定端、 E_1' ……虚数成分信号、 I_1 、 I_2 ……虚数部検出器、 f_1 、 f_2 ……振幅制御器、 C_M 、 C_N ……リアクタンス素子、 E_1 、 E_2 ……出力電圧。

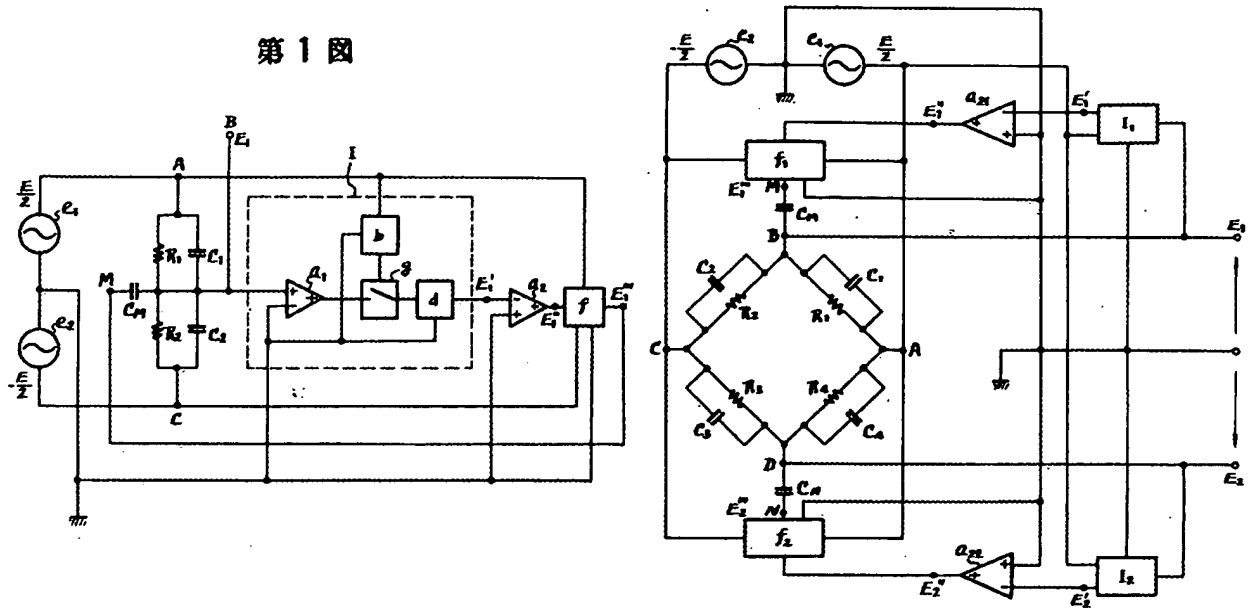
代理人 伊藤 仙谷 克
同 松隈 秀
向



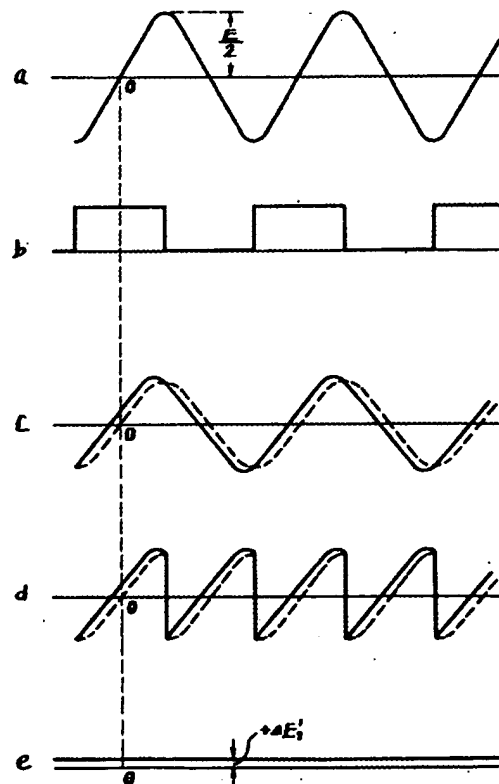
(14)

第 2 図

第 1 図



第 3 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.